

理 科

15：00～17：00

解 答 上 の 注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は36ページある。このうち、「物理」は2～7ページ、「化学」は8～18ページ、「生物」は19～29ページ、「地学」は30～36ページである。
3. 「物理」、「化学」、「生物」、「地学」のうちから、あらかじめ届け出た2科目について解答せよ。各学部・系・群・専攻の必須科目(◎印)と選択科目(○印)は下表のとおりである。

学部・系・群・専攻 科目	理 学 部				医 学 部						歯 学 部	薬 学 部	工 学 部				農 学 部	獣 医 学 部	水 産 学 部	
	数学重点選抜群	物理重点選抜群	化学重点選抜群	生物・地学重点選抜群	医学系	保 健 学 系							応用理工系(注)	情報工系	ロボティクス系	機械知能工学系				環境社会工学系(注)
						看護学専攻	放射線技術専攻	科学検査技術専攻	理学療法専攻	作業療法専攻										
物理	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	◎	○	◎	○	○	○	○		
化学	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
生物	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
地学	○	○	○	◎								○		○	○	○		○		

(注)：工学部(応用理工系、環境社会工学系)は、物理又は化学を含む2科目選択

4. 受験する科目のすべての解答用紙には、受験番号および座席番号(上下2箇所)を、監督員の指示に従って、指定された箇所に必ず記入せよ。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

物 理

1 次の文章の (1) から (II) に適切な数式または数値を入れよ。

図1のように、水平面となす傾斜角が α の斜面があり、斜面上の1点Oを原点として、 x 軸と y 軸をそれぞれ水平方向と鉛直方向にとる。 xy 平面(紙面)は斜面に垂直である。重力加速度の大きさを g [m/s^2]とする。また、斜面はなめらかである。

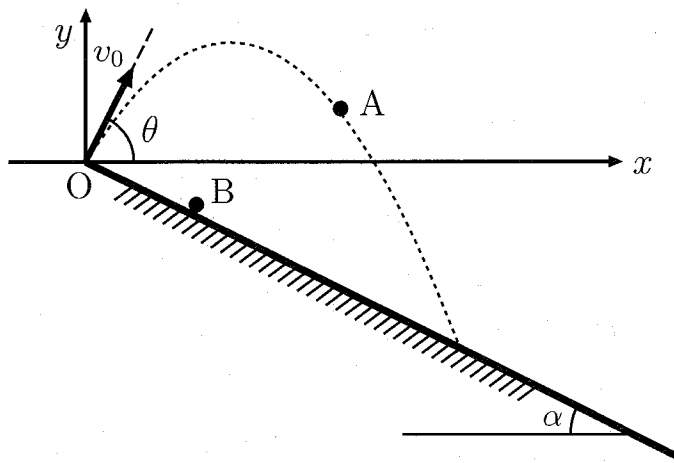


図1

問1 大きさの無視できる質量 m [kg]の物体Aを、時刻0sに初速度の大きさ v_0 [m/s]で、図1のように、原点Oから x 軸となす投射角 θ で xy 平面内に投げ上げた。ここで、投射角は $0^\circ < \theta < 90^\circ$ とする。物体Aが斜面に衝突するまでの運動を考える。時刻 t [s]での物体Aの速度の x 成分は (1) [m/s]、 y 成分は (2) [m/s]である。また、このときの x 座標は (3) [m]、 y 座標は (4) [m]である。

問 2 原点 O に大きさの無視できる質量 M [kg] の物体 B をおき、時刻 0 s に静かに離すと斜面をすべりはじめた。時刻 t [s] での速さは $\boxed{(5)}$ [m/s] である。このときの原点 O から物体 B までの距離は $\boxed{(6)}$ [m] であり、物体 B の x 座標は $\boxed{(7)}$ [m]、 y 座標は $\boxed{(8)}$ [m] である。

問 3 時刻 0 s に、初速度の大きさ v_0 [m/s]、投射角 θ で、原点 O から物体 A を xy 平面内に投げ上げた。それと同時に、原点 O に物体 B をおき静かに離れた。時刻 t [s] に物体 A と物体 B が斜面上で衝突するための条件は、

$$\begin{cases} \boxed{(3)} = \boxed{(7)} \\ \boxed{(4)} = \boxed{(8)} \end{cases}$$

である。これらの式を連立させて解くと、 v_0 を含まない $\tan \theta = \boxed{(9)}$ の関係が求まる。この関係から、物体 A と物体 B が斜面上で衝突するための条件は、 $\alpha + \theta = \boxed{(10)}$ である。この条件が満たされていれば、 v_0 がどんな値であっても物体 A と物体 B は斜面上で衝突する。2つの物体が動きはじめてから斜面上で衝突するまでの時間 T [s] を、 θ を用いずに、 v_0 、 g 、 α を用いて表すと、 $T = \boxed{(11)}$ [s] である。

2

図1のように、水平面上に、同じ太さを持つ十分長い2本の導体を間隔 l [m] で平行に置き、この平行導体の上にそれらに直角に導体 PQ を置く。導体 PQ は平行導体と電氣的接触があり、平行導体が延びている方向になめらかに動ける。図1のように、平行導体が延びている向きに、鉛直線(点線)から角 θ だけ傾いた磁束密度の大きさ B [Wb/m²] の一様な磁場がある。また、平行導体には抵抗値 R [Ω] の抵抗 R と、電気容量がそれぞれ C_1 [F] と C_2 [F] のコンデンサー C_1 と C_2 と、自己インダクタンス L [H] のコイル L とが導線でつながれている。導体、導線とコイル L の抵抗は小さいので無視でき、各コンデンサーは最初帯電していない。また、電子の電気量は $-e$ [C] とし、円周率は π とする。

次の文章の (1) から (7) には適切な数式を入れ、 (8) にはグラフを描け。また (i) から (iii) には下記に示す選択肢から適切な用語を選んで記号で答えよ。

(ア) P	(イ) Q	(ウ) 0	(エ) π
(オ) $\frac{\pi}{6}$	(カ) $\frac{\pi}{4}$	(キ) $\frac{\pi}{3}$	(ク) $\frac{\pi}{2}$
(ケ) 遅れている	(コ) 進んでいる	(サ) 同じである	

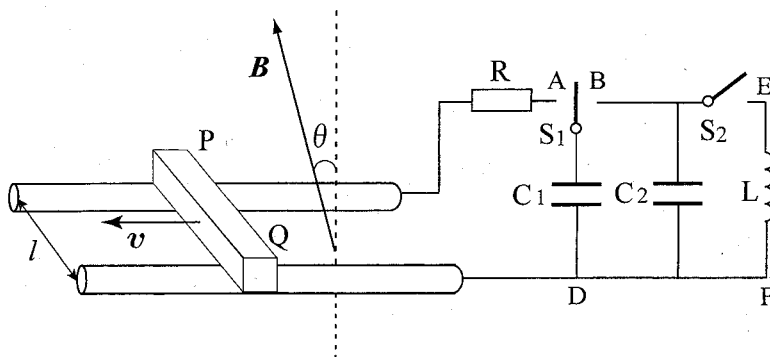


図1

水平面に置かれた2本の平行導体の太さは無視できる。また、導体PQの長さも l [m] である。

問1 図1において、切り替えスイッチ S_1 をA側に入れて閉じ、スイッチ S_2 は開いたまま、図1の示す向きに導体PQを一定の速さ v [m/s] で動かした。導体PQの速度の、磁場に垂直な成分の大きさは (1) [m/s] である。動いている導体PQ中の電子は磁場から、大きさ (2) [N] のロー

レンツ力を受ける。この力の向きは導体 PQ の一端 から他の一端への向きである。このとき導体 PQ 間に大きさ [V] の誘導起電力が生じる。この誘導起電力によってはじめ抵抗 R とコンデンサー C_1 からなる回路に電流が流れるが、時間が経過するとやがて流れなくなった。このときコンデンサー C_1 の各極板にたくわえられた電気量の大きさは [C] である。

つぎに、スイッチ S_2 は開いたまま、切り替えスイッチ S_1 を A 側から B 側に切り替えた。十分時間が経過したときの BD 間の電圧の大きさは [V] であり、コンデンサー C_1 の各極板にたくわえられた電気量の大きさは [C] である。

問 2 つぎに、切り替えスイッチ S_1 を B 側にしたまま、時刻 $t = 0$ [s] でスイッチ S_2 を閉じたところ、コンデンサー C_1 、 C_2 とコイル L からなる回路に振動電流が流れ始めた。振動電流は周波数 [Hz] の交流である。この振動電流の時間変化を $I(t)$ [A] とする。振動電流の最大値を I_0 [A]、周期を T [s] とし、E からコイル L を通過し F へと流れる電流の向きを正とすると、 $I(t)$ は図 2 に示す三角関数で表される時間変化をした。このときの、コイル L の端 F を基準としたコイル L の端 E の電位 (EF 間の電圧) の時間変化を、電圧の最大値を V_0 [V] とし、解答用紙 の欄に描け。振動電圧と振動電流の二つのグラフを比較して、コイル L に加わる振動電圧はコイル L を流れる振動電流より位相が だけ ことがわかる。

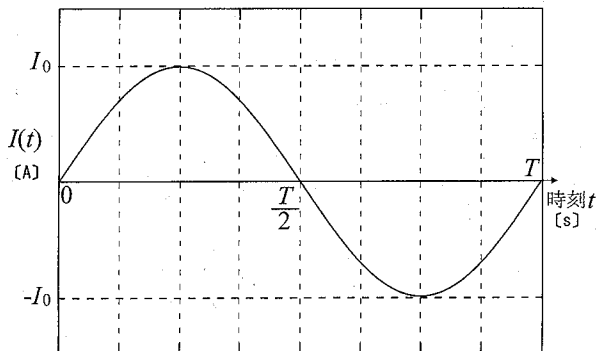


図 2

3 次の文章の (1) から (II) に適切な数式を入れよ。

屈折率がそれぞれ n_1 , n_2 , n_3 の媒質 I, II, III が上から順に重なっている。ここで $n_2 > n_1 > n_3$ の関係がある。各媒質の境界面はすべて平行である。媒質 II の厚さは d [m] であり、媒質 I と媒質 III はそれぞれ十分に厚いとする。単色光が媒質 I から媒質 II へ向けて入射するときの入射角は θ_1 , 媒質 II での屈折角は θ_2 , そして媒質 III での屈折角は θ_3 である。この単色光の真空中の波長は λ [m], 真空の屈折率は 1 である。

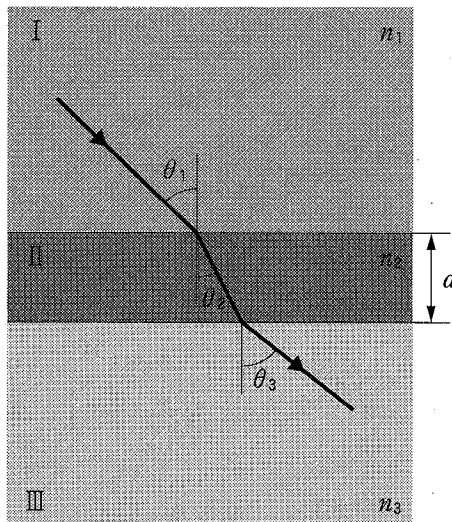


図 1

問 1 図 1 の θ_1 , θ_2 , n_1 , n_2 の間には (1) の関係がある。媒質 I での波長は (2) [m], 媒質 II での波長は (3) [m] である。また, θ_1 , θ_3 , n_1 , n_3 の間には (4) の関係がある。入射角 θ_1 を大きくすると, 媒質 II と媒質 III の境界面で全反射して, 単色光が媒質 III の内部に侵入できなくなる。このときの最小の θ_1 を与える条件は $\sin \theta_1 =$ (5) である。

問 2 媒質Ⅱが薄膜の場合に、図2のように入射した平行光線がCとDとで反射し、その反射光の重ねあわせをEから見たところ干渉が見られた。ただし、入射平行光線のAとBとでの波の位相は同じである。経路BDEで、BDの長さは d を用いて (6) [m]である。ここでは波の数は1波長分を1と数えることにする。BD間に入る波の数を n_1 を用いて表すと (7) である。経路ACDEで、ACDの長さは d を用いて (8) [m]である。ACDの間に入る波の数を n_2 を用いて表すと (9) である。入射波と反射波の位相の関係はCの反射では自由端反射と同じであり、Dの反射では固定端反射と同じである。このことと、経路BDと経路ACDとに入る波の数の差とを考慮して干渉する条件が得られる。正の整数 m を用いると、Eから見たときに反射光が弱め合う条件は

$$(9) - (7) = (10)$$

であり、反射光が強め合う条件は

$$(9) - (7) = (11)$$

である。

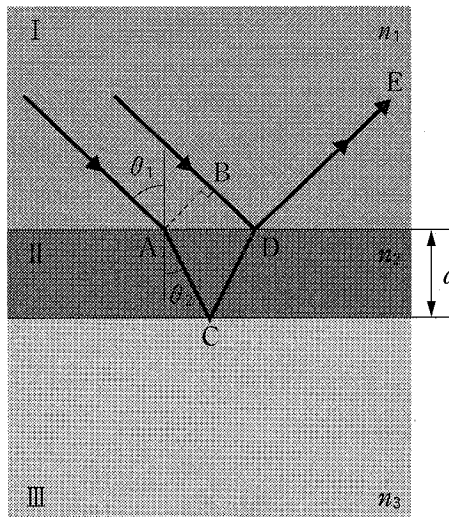


図 2